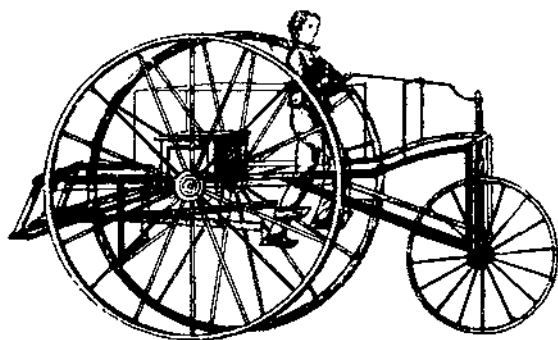


# INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA



## Y NOTICIAS

### TESIS DIDÁCTICAS\*

\* Debido al gran número de resúmenes de tesis didácticas de maestría y de doctorado que llegan a la revista, el consejo de redacción, cuyo criterio es el de publicarlas todas, ha decidido marcar unas pautas que permiten unificar su presentación y que se aplicarán a partir del próximo número (13.2).

Los datos que se publicarán serán los siguientes: Título. Autor o autora. Tesis doctoral (o de maestría). Director o directora. Departamento, universidad, programa. Fecha de lectura. Resumen (máximo dos folios Din A-4).

#### LAS INTERACCIONES CIENCIAS NATURALES, TÉCNICA, SOCIEDAD

##### *Tesis de maestría*

Autora: Rosario Ribelles Martínez  
Director: Jordi Solbes Matarrodona  
Lugar: Universidad de Valencia  
Fecha: Septiembre de 1991

Cerca ya del siglo XXI, el impacto que la biología y la geología tiene en nuestras vidas es evidente para todos. Se abren nuevas líneas de investigación y aparecen nuevos descubrimientos así como nuevos problemas. Temas científicos son el centro de conversación de los ciudadanos, suscitan la polémica en nuestra sociedad: el estudio del genoma humano y

su utilización, la elección del sexo de nuestros hijos, la mejora genética de las especies, el origen de la vida, el sida, la prevención de catástrofes naturales, la protección del medio ambiente, el agotamiento de recursos, etc.

Todos estos temas son capaces de atraer la atención de los estudiantes, pero quedan fuera del cuerpo de conocimientos que la biología y geología imparten en la enseñanza habitual. La enseñanza usual de la biología y la geología olvida estos aspectos de relaciones con la técnica y la sociedad (CTS), implicaciones en la vida cotidiana, aspectos históricos, etc. Así, nuestros estudiantes van perdiendo las expectativas y el atractivo que hacia las ciencias manifiestan en un principio. Por ello planteamos los siguientes problemas:

a) ¿Qué imagen de la biología y geología y los científicos ofrece a los estudiantes la enseñanza habitual?

b) ¿Cuál es la imagen que tienen los estudiantes respecto de la biología y geología y los científicos? ¿Qué efectos provoca esa imagen en sus intereses hacia la biología y geología?

#### **Formulación y fundamentación de las hipótesis**

Para dar respuesta a estos problemas, nos planteamos las siguientes hipótesis que tratamos de verificar:

a) En la enseñanza habitual de la biología y geología desde los 12 a los 18 años, se da una imagen deformada de la ciencia

y los científicos. Se transmite un estereotipo de científico: un ser neutral y alejado de la realidad. No se muestra el carácter colectivo y conflictivo de su trabajo, ni las interacciones de las ciencias con la tecnología y la sociedad a lo largo de la historia de la humanidad.

b) Como consecuencia de esta imagen distorsionada, los estudiantes tienen unas ideas tóxicas de los científicos y de las ciencias, desconociendo las mutuas interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Todo esto influye en el desinterés de los estudiantes hacia la biología y la geología, que en general presentan los profesores/as en el aula: cargadas de contenidos memorísticos, acabados y sin estrategias de aprendizaje que generan actitudes favorables de los alumnos/as.

Posteriormente, una vez formuladas las hipótesis, se fundamentan teóricamente en base a:

- el modelo pedagógico habitual transmitido en las clases de biología y geología;
- la imagen empobrecida de la biología y la geología que se transmite en las aulas;
- el modelo epistemológico de ciencia que poseen los profesores y las consecuencias que estos aspectos generan en las ideas e intereses de los estudiantes respecto de la biología y geología y su aprendizaje.

### Diseño experimental

Para verificar las hipótesis elaboramos varios cuestionarios.

El primero fue un análisis cuantitativo y cualitativo de textos. El libro de texto es de uso habitual y constituye una buena manifestación de lo que ocurre en las aulas y «hay que aprender».

En segundo lugar se elaboraron dos cuestionarios para los alumnos. En uno de ellos exponían sus ideas sobre la imagen de la biología y geología y los científicos. En otro manifestaban el interés que les genera la enseñanza de la biología y la geología.

Todos los cuestionarios fueron pasados en los niveles académicos de 1º y 3º de BUP y COU. Los de texto se trataron también en los niveles de 7º y 8º de EGB y FP.

### Resultados

El análisis estadístico de los cuestionarios confirmó ampliamente las hipótesis.

1. Los textos no pretenden que los estudiantes manifiesten sus ideas sobre la biología/geología y los científicos/as. No se plantean estrategias de aprendizaje que pongan en crisis el estereotipo de científico que los alumnos tienen. No se tratan las profundas implicaciones de la sociedad en el desarrollo de la biología y la geología, la influencia de la tecnología, las crisis y cambios de paradigma, la necesidad del trabajo colectivo en la construcción de la biología y la geología.

2. Como consecuencia de estas imágenes que la enseñanza habitual de la biología y la geología transmite, los estudiantes piensan que las personas dedicadas a la ciencia son: objetivas, neutrales y alejadas de la realidad. No conocen las aplicaciones de la biología y la geología en la vida cotidiana, no conocen las profundas interacciones CTS y se tiene una visión muy favorable de la influencia de la biología y la geología en nuestro entorno natural.

3. Referente a los intereses, generados en ellos, por la enseñanza de la biología y la geología, manifiestan un desinterés hacia unas asignaturas cargadas de contenidos acabados, extraños y que han de memorizar, con pocas prácticas, salidas extraescolares, implicaciones sociales y poco uso de los recursos audiovisuales.

Estas alternativas se enmarcarían dentro de un enfoque constructivista y una visión relativista de la ciencia desde el punto de vista epistemológico.

### Perspectivas

A partir de esta valoración crítica, nos planteamos como alternativa la elaboración de materiales en los que se introduzcan las interacciones CTS en la enseñanza de la biología y la geología de forma coherente con el modelo de enseñanza aprendido de las ciencias por investigación. Dichos materiales se utilizarán en el aula, serán sometidos a la valoración de otros profesores y los resultados obtenidos con los alumnos se compararán con los grupos de control.

### LE RAISONNEMENT DES ÉLÈVES DANS LA RELATION DIDACTIQUE; EFFETS D'UNE INITIATION A L'ANALYSE CLASSIFICATOIRE DANS LA SCOLARITÉ OBLIGATOIRE\*

*Tesis doctoral*

Autora: *Pilar Orús Baguena. Departamento de Matemáticas. Universitat Jaume I, Castelló.*

Director: *Guy Brousseau*

Lugar: *Universidad de Bordeaux-I (Francia)*

Fecha: *Noviembre de 1992*

### Problemática didáctica del razonamiento natural

En la primera parte de la memoria de la tesis que presentamos, la autora plantea una cuestión susceptible de generar una verdadera problemática científica en el ámbito de la didáctica de las matemáticas: *¿Cuál es el estatus del razonamiento natural de los alumnos (y del profesor) en la relación didáctica?*

Se utiliza la expresión «razonamiento natural» o, para abreviar, RN, para designar el razonamiento espontáneo del niño. Este tipo de razonamiento está elaborado a partir de una «lógica personal» basada en los llamados «predicados amalgamados» con «componentes contextuales» diferentes de los predicados y de las proposiciones de la lógica formal. Se trata de un tipo de razonamiento que también los adultos (y, en particular, los profesores) utilizan habitualmente. Por ejemplo, es frecuente que los profesores recurran a la metáfora para apoyar sus argumentaciones aunque, en sentido estricto, la metáfora constituye un tipo de razonamiento muy alejado de la lógica formal y del razonamiento matemático aceptable en el proceso didáctico.

En primera instancia, el RN puede ser considerado como un tipo de conocimiento que el alumno necesita para realizar su aprendizaje matemático, del mismo modo que necesita cierto dominio del espacio para aprender geometría y cierta capacidad de enumerar conjuntos para aprender a contar. Se trata, sin embargo, de un conocimiento que no se le enseña ni se le puede enseñar en clase de matemáticas porque no es un objeto de enseñanza para las matemáticas. Además el RN y la lógica personal en la que se sustenta pueden provocar distorsiones importantes en la asimilación que el alumno realiza de los principios de la lógica matemática y de los tipos de razo-

namiento que se utilizan en clase y que son aceptados como válidos por el profesor.

La constatación de estos hechos llevó a Brousseau a considerar el RN como un posible «obstáculo cultural» en el proceso de enseñanza de las matemáticas. Uno de los objetivos iniciales de este trabajo (que después ha quedado relativamente abierto) consistía precisamente en reformular esta conjetura primitiva en términos de una verdadera hipótesis científica y, en la medida de lo posible, contrastarla empíricamente.

Para abordar el problema enunciado inicialmente podemos empezar descomponiéndolo en un conjunto de subproblemas: ¿Cómo puede el enseñante establecer la conexión entre los conocimientos personales movilizados por el alumno y los conocimientos matemáticos a enseñar? ¿Cuándo es «legítimo» utilizar el RN en la relación didáctica? ¿Cómo puede distinguir el alumno entre lo que sirve al profesor como medio de enseñanza y el contenido que se le quiere enseñar realmente? ¿Cómo puede intervenir el enseñante para clarificar al alumno la distinción anterior? En resumen: *¿Cómo se puede gestionar el RN del alumno y del profesor en la relación didáctica?*

Antes de sumergirse en esa inmensa problemática, la autora analiza las relaciones del objeto cultural «razonamiento» con sus diversas instituciones de referencia y realiza un estudio de la evolución histórica del currículo del sistema de enseñanza francés en el cual, al igual que en el español, un importante objetivo general consiste en que *el alumno razone por sí mismo*. En este punto, su análisis didáctico (que utiliza esencialmente las nociones de «contrato didáctico», «devolución» y «transposición didáctica») le permite avanzar el siguiente diagnóstico de las actitudes de los enseñantes en función de las restricciones impuestas por la institución escolar: *los profesores se ven forzados a utilizar la heurística y la algoritmización como únicas «soluciones» posibles al problema de la gestión didáctica del RN.*

A fin de tratar la problemática planteada con más profundidad, se realiza un estudio más detallado (a partir de la *teoría de las situaciones*) de los diversos modos de funcionamiento del RN dependiendo de los sujetos (alumno, enseñante, grupo-clase) y de los diversos niveles de estructuración del medio (adidáctico, didáctico y metadidáctico). Después de realizar un resumen histórico del tratamiento didáctico de la enseñanza de la lógica, se presenta un punto de vista alternativo respecto de la enseñanza de las relaciones lógicas basado en la ense-

ñanza del «sentido» de los conocimientos matemáticos y en la consideración del papel que juegan los «obstáculos» y los «errores» en dicha enseñanza. Este nuevo enfoque de la enseñanza de la lógica ha proporcionado criterios para la elaboración y observación de situaciones didácticas que han sido estudiadas en diversas tesis, DEA y trabajos de investigación en la Universidad de Bordeaux-I.

Concluye la primera parte con un análisis teórico y experimental de las relaciones personales del alumno (en relación a-didáctica) con los diversos funcionamientos del RN en cada una de las instancias de control movilizadas en cada situación a-didáctica. Se presenta un cuestionario original, el cuestionario SCHTROUMPHS, poniendo el énfasis en su papel fenomenotécnico (productor de fenómenos didácticos controlados). Dicho cuestionario se manifiesta, además, como instrumento adecuado para analizar el RN de los alumnos, como medio de enseñanza de la lógica y como instrumento de comunicación con los profesores.

En resumen, podríamos decir que en esta primera parte de la memoria se describe, se construye teóricamente y, en cierta forma, se constata empíricamente un fenómeno didáctico profundamente relacionado con el *contrato didáctico* (esto es, con las cláusulas que rigen la relación entre profesor y alumnos a propósito del saber matemático enseñado). Dicho fenómeno puede enunciarse esquemáticamente como sigue:

*En los actuales sistemas de enseñanza de las matemáticas, se produce una situación paradójica relativa a la gestión del RN (tanto de los alumnos como del propio profesor): el profesor carece de los medios para realizarla y, paradójicamente, el sistema desplaza hacia el alumno la responsabilidad exclusiva de dicha gestión.*

La constatación de este fenómeno plantea, en definitiva, la necesidad de un cambio de contrato didáctico que será abordado en la segunda parte de la tesis.

**Crear un lugar en la relación didáctica para el razonamiento natural: búsqueda de una ingeniería**

A fin de superar la situación paradójica descrita en la primera parte de la memoria se propone:

a) Actuar sobre la práctica de los profesores mediante el diseño y experimentación de situaciones didácticas que incidan

sobre el sentido de las adquisiciones de los alumnos.

b) Provocar, a través de estas situaciones, una renegociación del estatus del RN en la relación didáctica.

Se trata de representar en un mismo espacio empírico (en el juego didáctico concreto) la lógica utilizada en matemáticas y el RN, que habitualmente permanece oculto. Para ello es necesario empezar por dar existencia concreta y palpable al RN, lo que conlleva perfilar y explicitar sus modos de funcionamiento. Esto se consigue con la ayuda del modelo matemático de la agregación de datos, del *análisis tipológico*.

El proceso seguido en la segunda parte de memoria consta de las siguientes fases:

a) Se parte de la decisión didáctica de buscar un acceso diferente a la construcción de la lógica en el niño. Esta decisión conlleva la elaboración de una ingeniería didáctica que se realizará en las fases sucesivas y que, en coherencia con la primera parte de la memoria, se basará en la teoría piagetiana de la equilibración y en la teoría de las situaciones de Brousseau.

b) Se elige «El juego de la agencia de viajes» como situación fundamental, realizándose un estudio *a priori* de su funcionamiento a-didáctico, incluyendo el estudio matemático del juego y de las variables didácticas. Se analizan asimismo los diferentes aspectos de la situación didáctica asociada; el trabajo del enseñante, la devolución, el contrato didáctico y la institucionalización.

c) Se consideran otras situaciones didácticas, ya sean variantes de la situación fundamental u otras como la «Clasificación de las plantas» y el «Juego de coalición».

d) Se analizan, todavía *a priori*, los conocimientos lógicos que dichas situaciones pueden movilizar en los alumnos. Se utilizan para ello la descripción de Piaget de la génesis de las estructuras lógicas elementales y el modelo sistémico de Wermus de los procesos cognitivos del pensamiento natural.

e) Se observa y analiza minuciosamente cada una de las secuencias (lecciones) experimentadas. El material empírico tratado hace referencia a una abundante experimentación que comprende 3 años, con la participación de 6 grupos de alumnos y 5 profesores.

f) Se utiliza el método test/retest para «medir» los resultados de la experimentación y compararlos con los eventuales

progresos de otros alumnos que, al no haber seguido las lecciones experimentadas, pueden hacer el papel de «grupo de control», aunque esta calificación no tenga aquí el mismo sentido que en los diseños experimentales. A este efecto se han utilizado dos cuestionarios inéditos, el SCHTROUMPHS (Pitufos) que exige para sus respuestas la manipulación de una tabla de datos similar a las tablas con las que se ha trabajado durante la experimentación, y el cuestionario LÓGICA que consta de preguntas clásicas de lógica de corte piagetiano.

En conjunto, la experimentación reafirma la presencia constante del RN en la relación didáctica así como las enormes dificultades de gestión que este tipo de razonamiento conlleva para el profesor (no es fácil, por ejemplo, decidir cómo tomar en consideración el RN, cómo corregirlo, cómo utilizarlo o cómo relacionarlo con el razonamiento matemático).

Las observaciones realizadas confirman asimismo la paradoja postulada en la primera parte de la memoria: el enseñante carece de los medios para gestionar el RN y el sistema tiende a dejarlo bajo la exclusiva responsabilidad del alumno. Uno de los objetivos de esta segunda parte de la memoria consiste precisamente en proporcionar instrumentos, tanto al enseñante como al alumno, para que puedan colaborar en la gestión didáctica del RN.

Con ayuda del análisis tipológico se han construido modelos efectivos del funcionamiento del RN, lo que ha permitido mostrar de forma material dicho razonamiento tanto al alumno como al profesor: el alumno puede expresar públicamente su forma natural de razonar sin que el profesor esté inmediatamente obligado a corregirlo, puesto que, en la dinámica de la situación diseñada, el grupo-clase asume esta responsabilidad; el alumno va a poder reconocer formalmente ciertas operaciones, juicios y valoraciones que él hacía espontáneamente, va a poder representarlos materialmente —lo que comporta la posibilidad de manipularlos, modificarlos y corregirlos—, podrá discutir teniendo como referencia un criterio objetivo y va a poder percibir la diferencia que hay entre su pensamiento natural y el que se le pide que utilice como razonamiento lógico, todo lo cual dará al primero una existencia —por contraste— que antes no tenía. El enseñante, por su parte, puede utilizar el análisis tipológico como un medio de negociación didáctica con los alumnos, relativa al RN. Se consigue, en definitiva, una *renegociación del contrato didáctico que se materializa en un cambio de estatus del RN dentro de la relación didáctica*.

### Principales aportaciones de esta tesis

Para finalizar, y como marco en el que sea posible formular una primera valoración global de este trabajo, planteamos dos cuestiones motivadas por el estado actual de la evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina y con la naturaleza científico-experimental de la misma.

a) *¿En qué medida contribuye este trabajo a la constitución de la didáctica de las matemáticas como disciplina o, lo que es equivalente, a la construcción y explicación de ciertos fenómenos didácticos?*

A este respecto hay que subrayar que la principal idea directriz del trabajo surge de cuestionar primero, para tomar como objeto de estudio después, la noción de «razonamiento natural». De esta forma se consigue *tematizar* y, en definitiva, modelizar dentro de la teorización didáctica (en este caso, dentro de la *teoría de las situaciones didácticas*) una noción que había sido tomada hasta la fecha en la mayor parte de discursos didácticos (y no sólo en el discurso «oficial» del sistema de enseñanza) como una noción *metadidáctica*, esto es, como una noción transparente (no problemática) o bien como una noción construida en otras disciplinas (por ejemplo la psicología cognitiva). Su cuestionamiento y consiguiente *tematización* en el marco de la didáctica fundamental amplía la problemática didáctica porque permite plantear problemas, relativos a fenómenos de naturaleza inequívocamente didáctica, que no habían podido ser planteados con anterioridad.

b) *¿Cómo se integran en esta investigación las dos vertientes «científica» y «experimental» de la didáctica de las matemáticas?*

Considerada globalmente, puede decirse que en esta tesis hay un esfuerzo explícito y continuado por integrar las dos vertientes «científica» y «experimental» de la didáctica de las matemáticas. Por una parte, son las hipótesis teóricas las que guían todo el trabajo empírico y, en particular, la elaboración y experimentación de la ingeniería didáctica así como la interpretación de los resultados obtenidos. Por otra, es la propia lógica del trabajo experimental y los resultados empíricos que se van obteniendo los que van modulando el nuevo estatus del RN que no podía ser previsto *a priori*.

Josep Gascón

### Nota

\* Publicada por el IREM de Bordeaux.

### Referencias bibliográficas

Brousseau, G., 1976. *Obstacles épistémologiques et problèmes mathématiques*, in *Compte-rendus de la 28ème rencontre CIAEMI*, août 1976, I. ovaïne-La-Neuve, Belgique.

Brousseau, G., 1986. *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. Thèse d'Etat, Université de Bordeaux-I. (IREM de Bordeaux).

Chandon, J.L. et Pinson, S., 1980. *Analyse typologique. Théories et applications*. (Masson: Paris).

Chevallard, Y., 1985. *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. (La Pensée Sauvage: Grenoble).

Orus, P., 1986. *L'enseignement des méthodes de classification. Proposition d'une ingénierie pour le cours moyen*. Mémoire de D.E.A. Université de Bordeaux-I (Études de didactique des mathématiques-IREM, Bordeaux).

Wermus, H., 1976. *Essai de représentation de certains activités cognitives à l'aide des prédicats avec composantes contextuelles*, *Archives de Psychologie*, Genève, 44, n. 171, pp. 205-221.

### LA EVALUACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAJE

#### Tesis doctoral

Autor: Manuel Alonso Sánchez  
Directores: Daniel Gil Pérez y Joaquín Martínez Torregrosa  
Lugar: Universitat de València  
Fecha: Junio de 1994

En el momento presente de cambio de paradigma didáctico en la enseñanza de las ciencias, la producción de propuestas específicas de evaluación coherentes con la orientación constructivista del aprendizaje aparece como un requisito necesario para consolidar esta transformación. Así se expresó, por ejemplo, en el con-

greso de investigadores sobre la enseñanza de las ciencias celebrado en la Universidad de Berkeley en enero de 1986, una de cuyas conclusiones fue justamente señalar la necesidad de producir este tipo de desarrollos e incluso advertir de los peligros de no llevarlos a cabo, dado que «los cambios recientes producidos en otros apartados curriculares corren el peligro de no consolidarse si no se acompañan de cambios similares en la evaluación» (Linn 1987).

Este trabajo ha pretendido contribuir a este propósito en el campo de la enseñanza de las ciencias en general y de la física en particular, mediante un desarrollo de la evaluación contextualizado en la orientación constructivista del aprendizaje, más concretamente, en una orientación del aprendizaje como investigación. Consecuentemente, los interrogantes fundamentales que han orientado la tesis han sido los siguientes:

1. ¿Qué función y qué características debe tener la evaluación para ser coherente con la orientación constructivista del aprendizaje de las ciencias, en particular con el modelo de aprendizaje como investigación?

2. ¿En qué medida posee la evaluación habitual en física estas características? ¿Cuáles pueden ser los obstáculos a superar para que se adquieran?

3. ¿En qué medida una nueva evaluación coherente con la enseñanza por investigación contribuirá a impulsar y mejorar el proceso de aprendizaje, ayudando al cambio conceptual, metodológico y actitudinal de alumnos y profesores?

La primera parte del trabajo se ha dedicado a profundizar en torno a la primera cuestión; es decir, en ella se han presentado las características principales de una nueva propuesta de evaluación ligada al modelo de aprendizaje de la física como investigación. En relación con la búsqueda del perfil y características que debe poseer este nuevo sistema de evaluación para ser coherente con los hallazgos recientes de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias, podemos resumir las aportaciones que ha realizado la tesis en los siguientes puntos:

1a. Se ha mostrado que dichas características suponen un cambio de una concepción de la evaluación como instrumento de simple constatación terminal o meramente acumulativa a una nueva concepción de la evaluación como instrumento para fomentar e impulsar el aprendizaje significativo que debe incidir, por tanto, en la mayor parte de factores que influyen en el mismo.

1b. Se ha probado que es posible concretar las características principales de una evaluación de esta naturaleza dentro de modelo de enseñanza de la física como investigación, lo que se ha puesto en evidencia mediante el desarrollo detenido de los aspectos básicos de la nueva evaluación a partir de las implicaciones de dicha orientación del aprendizaje.

1c. Se ha mostrado también que una evaluación así concebida puede integrar coherentemente las principales aportaciones de la investigación en enseñanza de las ciencias sobre este apartado de la enseñanza, lo que se ha puesto de manifiesto exponiendo cómo los principales cambios habidos en los últimos años sobre este punto confluyen hacia una concepción y práctica de la evaluación como instrumento de aprendizaje y mejora de la enseñanza e intentando evidenciar que los aspectos principales de estos desarrollos están recogidos por la propuesta de evaluación que hemos presentado aquí.

1d. Se ha contribuido, por último, a enriquecer el propio modelo de enseñanza por investigación y a reforzar su validez, al estar contextualizada la nueva propuesta evaluadora en el mismo, y contribuir así a darle coherencia y a aumentar sus derivaciones en otros aspectos específicos (tales como resolución de problemas, trabajos prácticos, introducción de conceptos, etc.).

Tras presentar las líneas maestras de la nueva evaluación, la segunda parte del trabajo se ha dedicado a realizar un detenido análisis crítico de la práctica evaluadora habitual en física en la enseñanza secundaria, tratando de establecer con precisión sus insuficiencias y las transformaciones que hay que producir sobre ella para hacerla más adecuada al nuevo modelo. El punto de vista desde el que se ha realizado este análisis o, lo que es lo mismo, la primera hipótesis del trabajo afirma que el tipo de evaluación que se realiza normalmente en las clases de física no se utiliza para favorecer un aprendizaje significativo. Tras enunciar y fundamentar teóricamente la hipótesis, se ha procedido a su operativización y la presentación de los diseños elaborados para contrastarla, habiendo optado por un tipo de diseño que ha buscado la validación de la hipótesis en una multiplicidad de abordajes y en el establecimiento de la coherencia global del conjunto de resultados obtenidos. Este planteamiento ha permitido obtener una variedad de resultados cuantitativos y cualitativos que, por separado y en conjunto, han validado la hipótesis y han contribuido a caracterizar con precisión las principales deficiencias de la evaluación habitual. Podemos resumir este conjunto de resultados en los siguientes puntos:

2a. En primer lugar, todos los resultados obtenidos han apoyado claramente la predicción efectuada de que los profesores de física no conciben ni utilizan la evaluación como instrumento de aprendizaje significativo, sino como una actividad terminal y meramente constataadora. Particularmente, se han puesto en evidencia, entre otras, las siguientes ideas y comportamientos docentes en la evaluación habitual:

– El hecho de que los profesores mantienen una preocupación prioritaria por la búsqueda de «objetividad y precisión» en la evaluación, en vez de preocuparse de dotar a dicha evaluación de propiedades que le permitan incidir sobre el proceso evaluado. Así por ejemplo, al preguntar a 58 profesores acerca de sus preocupaciones en la evaluación, un 79,3% se ha referido a la búsqueda de objetividad y precisión, frente a un 6,9% que ha hecho alguna alusión a aspectos que puedan aumentar la capacidad de la evaluación para intervenir sobre el aprendizaje.

– El hecho de que, a pesar de lo expresado en el punto anterior, las expectativas o prejuicios de los profesores sobre el alumno evaluado influyen de modo muy apreciable en la calificación. Los resultados obtenidos, a partir de las puntuaciones otorgadas por 101 profesores, han mostrado una diferencia de 2 puntos (en una escala de 10) entre las puntuaciones medias obtenidas por el mismo examen por dos hipotéticos alumnos, uno supuestamente «brillante» y otro que supuestamente «no va muy bien».

– El hecho de que los profesores no son conscientes de las carencias de los exámenes habituales de física, a pesar de que éstos sólo demandan reproducir hechos y leyes y un tratamiento puramente operativo de los conceptos. Casi un 80% de los profesores encuestados (82) se ha identificado con el contenido de un examen habitual marcadamente «repetitivo y operativista».

– El hecho de que los profesores mantienen una concepción elitista de nuestra materia y asignan a las pruebas de evaluación una función de discriminación entre «buenos» y «malos» estudiantes. Los resultados del análisis de este punto, sobre una muestra de 149 profesores, han encontrado que una amplia mayoría (87,9%) ha tratado de ajustar resultados hipotéticos de una prueba a una gaussiana centrada en un «5», considerando aceptables o, peor aún, deseables unos resultados (supuestamente finales) en los que el 50% de alumnos suspende.

– El hecho de que los profesores atribuyen los resultados mostrados por la eva-

luación (particularmente resultados negativos) únicamente a factores ajenos a la propia docencia. Una amplia mayoría de los profesores encuestados (76,7%) se ha referido solamente a factores independientes de la intervención docente para explicar la obtención de resultados hipotéticos de una prueba.

— El hecho de que los mismos profesores llegan a describir la evaluación que realizan como una práctica constataadora, terminal y limitada a los alumnos. Así por ejemplo, en el análisis de las descripciones que han realizado 114 profesores, se han recogido muy pocas alusiones a situaciones de evaluación (de cualquier tipo) utilizadas para algo diferente a contribuir a una calificación final (15,8%), menos aún a situaciones de evaluación de otros aspectos que no sean las producciones de los alumnos (1,8%) y ni una sola a actividades de evaluación planteadas explícitamente como situaciones de aprendizaje en sí mismas.

2b. En segundo lugar, los resultados obtenidos también han apoyado muy claramente la predicción efectuada de que los exámenes habituales de física no son adecuados para inducir a los alumnos a un aprendizaje significativo, al haber podido comprobar que en ellos es prácticamente total la ausencia de actividades que presten atención a un manejo significativo de los conceptos, a aspectos de la metodología científica, a aspectos de las relaciones entre ciencia, técnica y sociedad o a situaciones de autorregulación e interregulación. Al contrario, los resultados de un análisis de exámenes habituales, que ha afectado a un total de 520 preguntas, han mostrado que un porcentaje elevadísimo de las actividades encontradas en dichos exámenes (95,2%) simplemente permiten (y, por tanto, fomentan) un aprendizaje de tipo repetitivo, bien sea porque dichas actividades pueden realizarse mediante una aplicación dirigida y operativista de algoritmos dados (56,3%), mediante el manejo de destrezas meramente operativas (22,9%) o recurriendo a la simple regurgitación memorística (16,0%).

2c. Por último, los resultados también han apoyado la predicción de que la evaluación habitual no contribuye a generar en los alumnos una actitud positiva hacia el aprendizaje de la física. De un modo coherente con todo lo anterior, los análisis realizados sobre este punto, que han involucrado a un total de 398 alumnos, han puesto en evidencia que los estudiantes también reconocen en la evaluación características propias de una práctica constataadora y terminal, en vez de considerarla un instrumento de aprendizaje, y que dicha evaluación habitual ejerce una influencia negativa sobre sus hábitos y

actitudes hacia el aprendizaje y hacia la propia evaluación.

Establecidas las características básicas de las nuevas orientaciones de la evaluación y comprobado que la evaluación habitual en física no contribuye a impulsar un aprendizaje significativo, se ha abordado la cuestión esencial: la puesta a prueba de las virtualidades de la nueva evaluación, más concretamente de su capacidad para producir mejoras significativas sobre el aprendizaje de la física. Comienza esta tercera parte del trabajo con la formulación y justificación de la segunda hipótesis, que afirma que será posible desarrollar concretamente los elementos principales de una evaluación concebida como instrumento de aprendizaje y mejora de la enseñanza de la física, logrando que sea asumida como propia por los profesores y contribuyendo a mejorar las actitudes de los alumnos hacia el aprendizaje y hacia la propia evaluación. Para contrastar esta hipótesis también se ha elaborado un diseño múltiple e interrelacionado, que ha permitido obtener un conjunto amplio de resultados que han evidenciado la capacidad de la nueva evaluación para desarrollarse concretamente, para ser asumida y aceptada por el profesorado y para producir mejoras en las actitudes de los alumnos hacia el aprendizaje de nuestra materia y hacia la misma evaluación.

Por lo que se refiere a este extremo, se pueden resumir las aportaciones más importantes del trabajo en los siguientes puntos:

3a. Se ha mostrado cuál es el tipo de desplazamiento que hay que producir sobre el contenido de la evaluación habitual para hacerlo coherente con el nuevo modelo, mediante la elaboración de una variedad de ejemplos de transformación de actividades de evaluación habituales en los exámenes de física en actividades adecuadas a la nueva evaluación. Al elaborar estos ejemplos se ha concretado la concepción de la evaluación como una ocasión privilegiada para impulsar el aprendizaje, mediante la invención y el diseño de actividades de autorregulación e interregulación en las que los alumnos pueden reflexionar y aprender de sus propios avances o errores, y el profesor puede aportar retroalimentación adecuada a los alumnos mientras ellos realizan dicha actividad evaluadora.

3b. Se ha puesto en evidencia el carácter evaluador de los materiales curriculares del aprendizaje como investigación y se ha mostrado que dichos materiales se pueden enriquecer notablemente incorporando aspectos de la nueva evaluación. Mediante el desarrollo comentado de un programa-guía de física, se ha

mostrado la potencialidad de las actividades que lo conforman como actividades de la nueva evaluación, es decir, como actividades adecuadas para impulsar el aprendizaje. Además se han incorporado a dicho tema aspectos importantes de la nueva evaluación, diseñados para contribuir a un aprendizaje más significativo de los alumnos: la explicitación de objetivos principales y posibles obstáculos, una secuencia de pruebas y un conjunto de actividades evaluadoras de refuerzo.

3c. Se ha mostrado que es posible conseguir que los profesores se apropien de las características básicas de la nueva evaluación y cuestionen aspectos arraigados del pensamiento docente espontáneo acerca de este apartado de la enseñanza. Algunos de los resultados más importantes que apoyan este punto, los cuales han afectado a un total de 570 profesores, han sido los siguientes:

— Se ha comprobado que la práctica de una enseñanza por investigación impulsa a los profesores a modificar espontáneamente el contenido de la evaluación en la dirección de la propuesta que hemos presentado aquí. Por ejemplo, se ha comprobado que los profesores que han orientado sus clases para favorecer un aprendizaje como investigación incorporan a sus pruebas de evaluación bastantes aspectos de contenido reclamados en este trabajo y ausentes de las pruebas habituales.

— Se ha conseguido que los profesores, mediante un trabajo de reflexión colectiva guiada, (re)elaboren las características principales de la nueva evaluación. A través de un curso seminario para profesores, integrado dentro de un Curso General de Formación del Profesorado de Física y Química, se ha conseguido que los profesores participantes (re)construyan tentativamente los aspectos más importantes de la nueva evaluación.

— Se ha conseguido producir en los profesores que han (re)elaborado los aspectos principales de la nueva evaluación, un claro distanciamiento de aspectos del pensamiento docente espontáneo sobre la evaluación.

— Se ha comprobado, también, que los profesores que han (re)elaborado los aspectos principales de la nueva evaluación, emiten una valoración muy positiva de la misma, y negativa de la evaluación habitual. De este modo, la nueva evaluación ha alcanzado puntuaciones que han sobrepasado en 5 o más puntos (en una escala de 0 a 10) las obtenidas por la evaluación habitual en un total de 10 objetivos.



3d. Por último, los resultados obtenidos también han apoyado muy claramente la predicción de que la nueva evaluación va a contribuir a generar en los alumnos actitudes positivas hacia el aprendizaje de nuestra materia y hacia la propia evaluación. Se ha realizado un análisis comparativo entre sendas muestras de 150 alumnos sometidos a la nueva evaluación y 282 alumnos sometidos a la evaluación habitual. Los resultados de este análisis comparativo han obtenido diferencias estadísticamente significativas en todos los ítems.

Finalmente, una vez presentadas las conclusiones generales obtenidas en todo el trabajo, se ha dedicado un último capítulo a señalar vías de continuación del mismo, indicando algunas aportaciones que el trabajo ha hecho a estas nuevas cuestiones y sugiriendo posibles maneras de enfrentarlas. De este modo, se ha querido mantener hasta el final la coherencia del trabajo con el modelo de aprendizaje como investigación que se propugna a lo largo del mismo, ya que se ha considerado uno de los mayores avances realizados, el hecho de que, al final, se hayan podido formular algunas nuevas preguntas y (re)formular mejor otras, en torno a las cuales se podrá seguir avanzando.

Referencias bibliográficas

Linn, M., 1987. Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations, *Journal of Research in Science Teaching*, 24(3), pp. 191-296.

ESTUDIO TEÓRICO-EXPERIMENTAL DE ERRORES Y CONCEPCIONES SOBRE EL CONTRASTE ESTADÍSTICO DE HIPÓTESIS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Tesis doctoral

Autora: Angustias Vallecillos Jiménez  
Directores: Carmen Batanero Bernabeu y Rafael Pérez Ocon  
Lugar: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada  
Fecha: 27 de junio de 1994

La importancia de la inferencia estadística es hoy en día innegable, por el uso que de ella se hace, tanto en la investigación experimental como en la toma de deci-

siones en los diversos ámbitos de la actividad humana. Además, la aplicación de técnicas de estadística se ve hoy día facilitada por la existencia de ordenadores y colecciones de programas informáticos de cálculo, accesibles y de fácil manejo, incluso para no especialistas. Por este motivo se incluyen contenidos relativos en los programas de formación de gran parte de las especialidades universitarias. Sin embargo, esta formación y facilidad de aplicación no siempre implica un uso correcto y eficaz de las nociones estadísticas. Ejemplos de mal uso y conclusiones erróneas son señalados por diversos autores y han dado origen a la constitución de una línea de investigación denominada «etnoestadística» por sus impulsores. Desde el punto de vista de la investigación en psicología, se intenta explicar estos errores por la existencia de heurísticas y sesgos en el razonamiento estocástico.

En esta tesis doctoral nos planteamos el análisis didáctico del contraste estadístico de hipótesis, que es uno de los componentes fundamentales de la inferencia estadística y el más empleado en la investigación en casi todos los campos. Sobre este tema nos planteamos las cuestiones que se estudian en los cuatro primeros capítulos de esta tesis.

En el primer capítulo se presenta el estudio matemático del tema con atención a los aspectos históricos del mismo. Asimismo también prestamos atención a los aspectos filosóficos implicados ya que han sido estudiados por los filósofos de la ciencia y han influido en su propio desarrollo. Realizamos una recopilación de las investigaciones precedentes sobre el tema, que describen errores detectados en la enseñanza o en la investigación aplicada en campos tales como la psicología, la educación y la etnoestadística. En consecuencia, se pone de manifiesto el carácter sistémico del significado del contraste de hipótesis, así como de cada uno de los elementos conceptuales que lo constituyen.

Esta complejidad se manifiesta también por la controversia que ha acompañado al tema, no sólo en su desarrollo histórico, sino actualmente, ya que los aspectos filosóficos del mismo continúan en debate. En nuestro análisis mostramos que el campo de problemas original del que surge la inferencia estadística no ha sido completamente resuelto por la misma, sino que se aportan relaciones para campos de problemas relacionados. A nuestro juicio, la falta de apreciación de la diferencia entre estos dos campos de problemas, por parte de los usuarios de la estadística, es uno de los factores que contribuyen a que se dote al contraste de hipótesis de un significado personal no

acorde con el significado institucional en estadística. Este estudio, junto con los conceptos teóricos en que nos apoyamos, ha sido la base para la elaboración de los instrumentos de evaluación empleados en la parte experimental de la tesis y en la interpretación de los resultados obtenidos. En este capítulo se incluyen también las descripciones del problema de investigación, del marco teórico de la didáctica y la metodología empleados para llevar a cabo el proyecto.

El segundo capítulo se inicia con el análisis *a priori* de los contenidos incluidos en el estudio, que ha permitido identificar elementos de significado en el contraste estadístico de hipótesis, como paso previo a la identificación de actos de comprensión referidos a este concepto. A continuación se describe el proceso de construcción de un cuestionario sobre aspectos conceptuales y procedimentales del contraste de hipótesis, analizando la validez y «generalizabilidad», a partir de los resultados de una muestra piloto. Estos resultados han servido también para poner a punto la categorización de las respuestas a los ítems de respuesta abierta y para revisar las hipótesis iniciales.

En el tercer capítulo se presenta un estudio experimental realizado sobre una muestra amplia de estudiantes universitarios. El análisis de los resultados obtenidos nos ha servido para determinar los principales errores conceptuales y procedimentales asociados a los elementos de significado identificados en el análisis *a priori*. Además, se ha realizado un análisis multivariante que nos permite mostrar la estructura de interrelación de los errores e identificar factores asociados a la comprensión del contraste de hipótesis.

Se han caracterizado también las concepciones, correctas y erróneas, de los estudiantes sobre los conceptos de hipótesis y nivel de significación y sobre la lógica global del proceso. Respecto al nivel de significación, además de la confusión entre condición y condicionado en la probabilidad condicional que lo define, descrita por numerosos autores, se han detectado una gran variedad de concepciones incorrectas, incluyendo la supresión de condicionales o la sustitución de la hipótesis nula por la alternativa en alguno de los términos. En relación con la idea de hipótesis estadística se ha observado una confusión generalizada entre los conceptos de hipótesis nula e hipótesis de investigación, así como una excesiva restricción en los tipos de hipótesis admisibles. Por último, además de caracterizar dos concepciones correctas sobre la lógica del contraste de hipótesis, que enfatizarían más la teoría de los tests de significación de Fisher y la teoría de

Neyman-Pearson, respectivamente, se han identificado dos concepciones erróneas ampliamente difundidas entre los estudiantes: la concepción del contraste de hipótesis como prueba probabilística de la hipótesis, y la concepción determinista del contraste como prueba matemática de la hipótesis aceptada.

El concepto que más atención ha recibido en la investigación psicológica y metodológica sobre el contraste de hipótesis es el de nivel de significación, sobre el que se han descrito numerosas interpretaciones erróneas. En el *cuarto capítulo* presentamos un estudio en profundidad de este concepto, llevado a cabo mediante entrevista personal en una muestra reducida de estudiantes. El análisis de la información recogida nos permite relacionar las dificultades que muestran los alumnos en la interpretación del nivel de significación con los fallos en la consecución de actos de comprensión referidos a otros elementos del significado del contraste de hipótesis. En particular se muestra la influencia sobre la concepción errónea respecto al nivel de significación de dos puntos fundamentales: a) la confusión entre hipótesis nula y alternativa, b) la idea del estadístico como variable aleatoria y de la relación entre su distribución, la hipótesis nula y el nivel de significación. En consecuencia, se apuntan posibles líneas de actuación en la enseñanza para mejorar la comprensión global del contraste de hipótesis. La tesis finaliza con un capítulo de conclusiones, al que siguen las referencias empleadas y los anexos, en donde incluimos los cuestionarios empleados, las argumentaciones de los estudiantes en los ítems de opciones abiertas y las transcripciones de las entrevistas realizadas.

# CONSTRUCTIVISMO Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. APLICACIÓN AL ESTUDIO DE LA NUTRICIÓN HUMANA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

*Tesis doctoral*

Autor: Francisco Núñez Soler  
Director: Enrique Banae Hernández.  
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Murcia  
Lugar: Departamento de Currículo e Investigación Educativa de la Universidad de Murcia  
Fecha: 21 de junio de 1994

La investigación se sitúa en el marco del constructivismo y tiene como finalidad analizar diversos aspectos relacionados con la enseñanza y aprendizaje de la nutrición humana en niveles de educación obligatoria. Seleccionamos este tema por constituir un conjunto de nociones de gran importancia, tanto desde el punto de vista curricular (se incluye en la mayoría de los niveles educativos) como social (actualmente existe gran preocupación por las cuestiones de alimentación, salud y consumo), y porque a través de nuestra propia experiencia profesional habíamos constatado que se trataba de un campo problemático con el ámbito de la enseñanza de las ciencias.

Una vez analizadas la fundamentación teórica (principios epistemológicos, psicológicos, pedagógicos y empíricos del constructivismo) y la situación de partida (currículo e investigaciones precedentes), el trabajo aborda el problema de la enseñanza/aprendizaje de la nutrición, desde cuatro perspectivas complementarias (coincidentes con las cuatro hipótesis generales de que consta): la existencia de concepciones alternativas en los alumnos y las alumnas de diferentes niveles educativos, la incidencia positiva de nuestra propuesta de enseñanza para propiciar el cambio conceptual, su contrastación con la eficacia de otros modelos de enseñanza y la creencia de que las estrategias didácticas basadas en el constructivismo son acogidas favorablemente en las aulas.

## Ideas de los alumnos y las alumnas sobre los procesos de nutrición humana

En la primera parte del trabajo pretendíamos verificar nuestra hipótesis de que las y los estudiantes de diferentes niveles educativos poseen una serie de concepciones sobre los procesos de nutrición humana, que –en su mayoría– constituyen concepciones alternativas al conocimiento científico y se muestran muy estables y resistentes al cambio. Al mismo tiempo, tratábamos de incidir en un aspecto del problema escasamente investigado, como es la constatación de que la mayoría de dichas concepciones no se encuentran aisladas en la estructura conceptual de los sujetos, sino que, por el contrario, presentan diferentes grados de articulación y organización.

Para verificar esta hipótesis llevamos a cabo la exploración de los conocimientos previos de una muestra de estudiantes correspondiente a aquellos niveles educativos en que se estudia la nutrición: 159 de 6º de EGB, 167 de 8º de EGB, 72 de 1º de BUP y 46 de 3º de BUP. Como

instrumento básico utilizamos cuestionarios específicos para cada uno de los procesos investigados (alimentación, digestión, respiración, circulación, metabolismo, excreción y nutrición en su conjunto), complementados con entrevistas individuales a una muestra reducida de sujetos, para clarificar sus respuestas o perfilar las concepciones encontradas. Las preguntas utilizadas consistían, fundamentalmente, en situaciones problemáticas ante las cuales los alumnos debían explicitar sus conocimientos.

El análisis de la información nos ha permitido obtener una amplia gama de concepciones que, entre otras, presenta la siguiente característica:

Para cada uno de los procesos explorados, es posible distinguir entre *concepciones puntuales* (con escaso grado de articulación y relación), ligadas a nociones específicas y otra parte, mientras que el resto de estudiantes de los colegios experimentales ha evolucionado hacia los modelos más próximos a los correctos, en los no experimentales se produce una mayor dispersión entre los modelos alternativos.

Aun siendo conscientes de que las variables que influyen en el aprendizaje son diversas, de estos resultados deducimos que las diferencias observadas pueden deberse a la desigual incidencia del proceso de enseñanza llevada a cabo en uno y otro tipo de colegios. Aunque no ha sido nuestro propósito realizar un análisis profundo de los modelos de enseñanza utilizados por los colegios no experimentales, encontramos una serie de factores comunes a todos ellos, que podrían explicar el escaso aprendizaje logrado; algunos de éstos serían: enfocar la enseñanza de la nutrición de manera compartimentada (estudio de cada proceso de la nutrición por separado); no tener en cuenta los conocimientos previos de los alumnos; y –de acuerdo con ello– utilizar estrategias didácticas que no contribuyen a su modificación, y que en su mayoría están basadas en la transmisión de conocimientos o (en el mejor de los casos) en una enseñanza activa descontextualizada.

En cualquier caso, este apartado de la investigación ha contribuido a valorar positivamente la incidencia de nuestra intervención didáctica desde una perspectiva diferente, poniendo de manifiesto que, ante las dificultades que plantea el aprendizaje de la nutrición humana, el constructivismo puede constituir un modelo de referencia adecuado para tratar de resolverlas en la dirección deseada.



### Opinión de los alumnos y las alumnas ante la enseñanza basada en el constructivismo

Por último, incidimos en una cuestión no menos importante para analizar la viabilidad del constructivismo en el aula, como es el punto de vista de los alumnos y las alumnas sobre diversos aspectos de la metodología utilizada en el transcurso de la intervención didáctica. Para validar nuestra hipótesis de que este enfoque de la enseñanza sería bien acogido por el alumnado, utilizamos un cuestionario específico (combinando respuestas abiertas con otras de elección múltiple), que administramos a los dos grupos de estudiantes en los cuales se desarrolló la propuesta didáctica, una vez finalizada ésta y después de que fueran evaluados.

De las respuestas de los estudiantes concluimos que una amplia mayoría de ellos (en torno al 80%) considera positivo el método de enseñanza seguido, pudiéndose destacar la acogida favorable a los aspectos más novedosos, como las estrategias didácticas puestas en juego (explicitación de sus conocimientos previos, clarificación e intercambio de ideas, construcción de nuevos conocimientos, aplicación de las nuevas ideas, revisión de ideas...), los materiales de aprendizaje (cuaderno de trabajo individual y de grupo) y recursos didácticos empleados, o su mayor implicación en las actividades de enseñanza/aprendizaje.

Aunque somos conscientes de que, posiblemente, esta opinión de las y los estudiantes pudiera verse influenciada por el contraste que supone la enseñanza basada en el constructivismo con los modelos didácticos a los cuales están habituados, la experiencia llevada a cabo nos permite estar esperanzados ante su viabilidad en nuestras aulas.

Como conclusión final, queremos señalar que la investigación ha contribuido ampliamente a la comprensión y resolución de los problemas que nos llevaron a su planificación. El análisis realizado nos sugiere la importancia de profundizar en este tipo de trabajos, máxime cuando la transposición de los planteamientos constructivistas al aula constituye uno de los aspectos menos investigados en el ámbito de la didáctica de las ciencias. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que una amplia mayoría del alumnado de ambos grupos (dos tercios del total) ha aprendido significativamente las nociones fundamentales de la nutrición, siendo aun mayor en relación con algunos aspectos específicos (alimentos y digestión, por ejemplo). En particular cabe destacar la evolución conceptual producida en los modelos globales de nutrición, ya que dos de cada tres estu-

diantes han avanzado desde modelos alternativos hasta modelos integrados: concepciones generales a través de las cuales se relacionan adecuadamente los diferentes procesos que intervienen en la nutrición y que representan una comprensión adecuada desde el punto de vista científico para este nivel. Por otra parte, constatamos que el aprendizaje ha sido similar en los dos grupos de alumnos en que se desarrolló la intervención didáctica, que podemos atribuir a la efectividad de la propuesta de enseñanza.

En relación con el modo en que se modifican los conocimientos previos, constatamos el predominio de dos tendencias: reestructuración parcial de las concepciones iniciales mediante su ampliación o enriquecimiento (el 39% del alumnado) y una reestructuración completa mediante la sustitución de las ideas previas por conocimiento científicamente válido (39%). Desde nuestra perspectiva, la reestructuración no tiene un carácter unidireccional (evolucionaria o revolucionaria), sino que la interacción entre los conocimientos previos y la nueva información lleva consigo diferentes grados de aprendizaje: desde el mantenimiento de las propias creencias hasta la integración parcial o total del nuevo conocimiento en la estructura conceptual.

Aunque comprobamos que, en términos generales, la enseñanza basada en el constructivismo puede resultar de gran utilidad para facilitar el aprendizaje de conceptos en los niveles básicos, constatamos que para un grupo relativamente importante de estudiantes, la propuesta didáctica no ha sido todo lo efectiva que cabría esperar. A nuestro juicio, este hecho pone de manifiesto la existencia de una serie de factores que dificultan el aprendizaje significativo (estabilidad de algunas concepciones iniciales, complejidad de determinados conceptos, inadecuación de algunas actividades contenidas con la propuesta o falta de interés en los estudiantes, entre otros), los cuales deberían ser objeto de análisis en futuras intervenciones o de cara a experiencias similares.

En todo caso, hay que señalar que, para nuestros fines, tan importante como validar la eficacia del constructivismo, fue el propósito de desarrollar un modo concreto de traducir los principios teóricos de este modelo en una propuesta de enseñanza que, sin ser la única posible, resultara viable en el contexto educativo actual. En este sentido, podemos afirmar que los diversos elementos que componen la planificación, desarrollo y evaluación de la intervención didáctica se han mostrado adecuados para los objetivos propuestos.

### Comparación entre el aprendizaje producido mediante la enseñanza constructivista y la de otros modelos más habituales

El método de trabajo seguido para contrastar la eficacia de nuestra propuesta de enseñanza, frente a la que se obtiene siguiendo otros modelos de enseñanza, ha consistido en comparar el aprendizaje logrado por las y los estudiantes participantes en nuestra intervención didáctica (experimentales) con el de una muestra de 134 alumnos y alumnas de 8º de EGB pertenecientes a cinco colegios diferentes (no experimentales), que realizaron el estudio de la nutrición siguiendo planteamientos no constructivistas. Puesto que el propósito de la enseñanza con este nivel ha consistido en posibilitar la comprensión de los aspectos básicos de la nutrición, el análisis comparativo se ha centrado en la evolución conceptual referida a los modelos globales, utilizando los mismos instrumentos y el análisis de contraste a que nos hemos referido en el punto anterior.

Los resultados correspondientes a ambos tipos de colegios indican que mientras la enseñanza basada en el constructivismo ha propiciado que dos terceras partes del alumnado hayan elaborado modelos de nutrición adecuados desde el punto de vista científico, la enseñanza habitual no consigue modificar sustancialmente las concepciones iniciales de los alumnos y las alumnas: solamente una cuarta parte de ellos desarrolla modelos integrados de nutrición. Por *esquemas conceptuales* más amplios, los cuales se componen —a su vez— de una serie de concepciones íntimamente relacionadas entre sí.

Según el modo en que se relacionan los diversos procesos implicados en la nutrición, encontramos lo que denominamos *modelos conceptuales*, concepciones que presentan mayor grado de generalización que las anteriores. Entre ellos, distinguimos *modelos parciales de nutrición* (relaciones circulación/digestión y relaciones respiración/circulación) y *modelos globales de nutrición*, según el grado de integración entre procesos, (no relacionados-no integrados, relacionados-no integrados y modelos integrados). Estos últimos representan el máximo nivel de conocimiento adquirido por el alumnado, una vez estudiadas estas nociones.

Las relaciones existentes entre las diversas concepciones señaladas pueden sintetizarse mediante una *estructura piramidal*, según la cual, la base estaría constituida por concepciones puntuales, en un nivel intermedio se situarían los esquemas conceptuales y los modelos parciales, mientras que la cúspide estaría

ocupada por los modelos globales de nutrición.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto un escaso aprendizaje de los aspectos básicos de la nutrición y el predominio de concepciones alternativas, a pesar del estudio repetido de estas nociones a lo largo de la escolaridad. Todo ello, corrobora nuestra hipótesis de que las ideas de los alumnos y las alumnas presentan gran estabilidad y resistencia al cambio.

A modo de ejemplo, en relación con los modelos globales de nutrición, hay que significar el escaso número de estudiantes que integran adecuadamente todos los procesos implicados en dicha función: solamente resulta significativo en 3º de BUP (globalmente un 69%, aunque sólo el 13% en el modelo totalmente correcto). Por el contrario, resulta mayoritaria la existencia de modelos alternativos: relacionados-no integrados, en 6º de EGB (69%) y relacionados-no integrados en 8º de EGB (60%) y 1º de BUP (75). Por las características de dichos modelos, podemos afirmar que la mayoría de las y los estudiantes encuentran una serie de obstáculos, entre los cuales podemos mencionar el sentido finalista que se atribuye a los diferentes procesos que intervienen en la nutrición la tendencia a considerar la respiración como un fenómeno básicamente pulmonar o el desconocimiento de la estructura y funcionamiento celular de nuestro cuerpo.

Disponer de un conocimiento amplio de las concepciones sobre nutrición nos ha servido de gran ayuda para interpretar las dificultades que encontrarían los alumnos y alumnas de 8º de EGB al estudiar estas nociones, sugiriendo al mismo tiempo algunas alternativas para la enseñanza de estas nociones.

#### **Incidencia de la enseñanza basada en planteamientos constructivistas: el cambio conceptual**

Para confirmar nuestra creencia de que la enseñanza basada en planteamientos constructivistas contribuiría favorablemente al desarrollo de modelos integrados de nutrición, planificamos una propuesta didáctica teniendo en cuenta, entre otros aspectos, los conocimientos de los alumnos y alumnas a que iba destinada y las estrategias didácticas que se derivan de la adopción de dicho modelo (explicitación de ideas, clarificación e intercambio, construcción de nuevos conocimientos, aplicación de las nuevas ideas a contextos diferentes, revisión de ideas). La propuesta fue desarrollada en dos aulas de 8º de EGB (63 alumnos y alumnas), evaluándose el aprendizaje

obtenido mediante la comparación de sus concepciones en tres momentos diferentes: antes de la enseñanza, una vez finalizada la intervención didáctica y transcurridos tres meses de la misma. Como instrumentos utilizamos cuestionarios específicos y entrevistas individuales (similares a los del apartado anterior), complementados con un estudio estadístico no paramétrico —para el análisis de los modelos globales de nutrición— a través del cual pudiésemos comprobar la significatividad de la evolución conceptual intragrupo y de las diferencias existentes entre ambos.

#### **APORTACIONES A LA INTERPRETACIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO DE VAN HIELE: LA ENSEÑANZA DE LAS ISOMETRÍAS DEL PLANO. LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RAZONAMIENTO**

##### *Tesis doctoral*

Autora: Adela Jaime Pastor. Departament de Didàctica de la Matemàtica de la Universitat de València  
Director: Àngel Gutiérrez Rodríguez. Departament de Didàctica de la Matemàtica de la Universitat de València  
Lugar: Facultat de Matemàtiques. Universitat de València  
Fecha: Octubre de 1993

##### **Resumen**

Una de las preocupaciones centrales de los investigadores en didáctica de las matemáticas es tratar de describir y explicar los procesos cognitivos de los estudiantes de matemáticas. En las últimas décadas ha destacado de manera especial dentro de este terreno el modelo de razonamiento matemático de Van Hiele, que ha sido estudiado con intensidad y utilizado con éxito como marco de referencia para el diseño curricular.

La investigación realizada para esta tesis tiene como objetivo analizar algunas componentes del modelo de Van Hiele, aportando varias sugerencias, tanto metodológicas como de aplicación, que ayuden a conocer mejor dicho modelo y a utilizar todo su potencial de manera más eficaz para mejorar la enseñanza de las matemáticas.

El primer capítulo es una introducción dedicada a revisar las principales componentes del modelo de Van Hiele (los

niveles de razonamiento, las fases de aprendizaje y las características centrales del modelo). Además, hacemos una revisión de las principales aportaciones de las publicaciones realizadas sobre el modelo y resumimos nuestra postura en relación con algunas cuestiones críticas que se han suscitado a raíz de los resultados de las investigaciones.

En el capítulo 2 hacemos una aportación a la utilización del modelo de Van Hiele como marco teórico para el diseño curricular, mediante la presentación de una unidad de enseñanza de las isometrías del plano que ha sido elaborada de acuerdo con los niveles de razonamiento y las fases de aprendizaje de Van Hiele. Esta unidad de enseñanza puede ser utilizada en las enseñanzas primaria y secundaria, así como en cursos de formación de profesores. La unidad es el resultado de numerosas experimentaciones realizadas con estudiantes de los cursos 1º a 8º de EGB y estudiantes de la Escuela de Magisterio de Valencia.

En las primeras secciones de este capítulo planteamos el objetivo y el desarrollo de nuestra investigación y analizamos las publicaciones más interesantes relacionadas con el tema. En las secciones posteriores, presentamos la unidad de enseñanza dividida en tres partes, dirigidas a la enseñanza de las traslaciones, los giros y las simetrías del plano. Para cada isometría, enunciamos los objetivos generales (de habilidades de razonamiento y de conocimientos) a conseguir para alcanzar cada uno de los niveles (primero a tercero) de Van Hiele, afinamos dichos objetivos especificando los correspondientes a cada fase de aprendizaje de ese nivel y enunciamos los tipos de actividades, organizadas para las diferentes fases de aprendizaje de cada nivel de razonamiento.

En el capítulo 3, apoyando la idea de la continuidad en la adquisición de los niveles de razonamiento de Van Hiele, planteamos una interpretación del proceso seguido por los estudiantes en su avance a través de los sucesivos niveles y proponemos una técnica para determinar el nivel de razonamiento de coherente con dicha interpretación. Diferentes secciones del capítulo están dedicadas a los elementos claves de nuestra investigación:

– Describimos el proceso de adquisición de los niveles mediante la definición del concepto de *grado de adquisición de los niveles de Van Hiele*. Aunque son bastantes las investigaciones que, al determinar el nivel de razonamiento de estudiantes, reconocen la existencia de numerosos estudiantes que se encuentran en transición de un nivel al siguiente

te, hasta ahora ninguna investigación ha planteado una manera de evaluar con detalle ese período de transición.

– Utilizamos operativamente los grados de adquisición de los niveles mencionados en el párrafo precedente, para lo cual, y como complemento a dicha definición, presentamos un *método de evaluación de los grados de adquisición de los niveles* de Van Hiele por los estudiantes, que nos permite analizar e interpretar las contestaciones a ítems de respuesta libre.

– Hemos usado los dos elementos anteriores en un estudio longitudinal realizado con estudiantes desde 6º de EGB hasta COU. Para ello hemos desarrollado un

conjunto de tests escritos de respuesta libre y hemos utilizado este método para evaluar las respuestas a los tests y determinar los grados de adquisición de los niveles de Van Hiele por los estudiantes. En esta memoria presentamos los tests y comentamos los resultados de dicha administración.

– Junto a estas tres aportaciones, que consideramos más destacables, en el capítulo 3 presentamos otra contribución, también original, que puede constituir un avance en la utilización del Modelo de Van Hiele: la elaboración de un tipo de *ítems escritos de respuesta libre* que ayude a romper la actual escasez de tests fiables para la determinación del nivel de razonamiento de los estudiantes. Estos

ítems están concebidos con el objetivo de superar algunos de los inconvenientes que suelen tener los tests escritos, para lo cual tratamos que se acerquen en lo posible al formato de las entrevistas clínicas. Consideramos esta última componente de la memoria de menor relieve en comparación con las anteriores porque es un tema de investigación que estamos iniciando y del cual sólo planteamos los principios básicos, que seguiremos desarrollando en el futuro.

La memoria termina con unas conclusiones generales y varios anexos que contienen información complementaria sobre las experimentaciones que hemos realizado para las investigaciones recogidas en los capítulos 2 y 3 de la memoria.

## NOTICIAS

### V SIMPOSIUM DE HISTORIA Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

*Fecha y lugar:* 13-16 de setiembre de 1995 en Vigo (España).

*Organiza:* el Seminario de Estudios Gallegos, la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas y la Universidad de Vigo.

*Inscripción e información:* Ana Gago Martínez, Departamento de Química Analítica y Alimentaria, Facultad de Ciencias, Apdo 874-36200 VIGO. Teléfono: 812286 y 812310.

### TEACHING THE SCIENCE OF CONDENSED MATTER AND NEW MATERIALS. INTERNATIONAL CONFERENCE

*Fecha y lugar:* 24-30 de agosto de 1995 en la Universidad de Udine (Italia).

*Organiza:* la International Commission on Physics Education (ICPE) y el Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique (GIREP).

*Inscripción e información:* Marisa Michelini, Departamento de Física, Uni-

versidad de Udine. Fax: 39-432-558222.e-mail: michelini@fisica.uniud.it

### VII JORNADAS ANDALUZAS DE EDUCACION MATEMATICA «THALES»

*Fecha y lugar:* 7-10 de setiembre de 1995 en Córdoba (España).

*Organiza:* la Sociedad Andaluza de Educación Matemática «Thales» y el departamento de Matemáticas de la Universidad de Córdoba.

*Inscripción e información:* Proyectos, Incentivos y Congresos, SL, José Zorrilla, 5, 14008 Córdoba. Teléfonos: (957) 485848. Fax: (957) 485849.

*Fecha límite de inscripción:* 16 de junio de 1995.

### II SIMPOSIUM «LEONARDO TORRES QUEVEDO: SU VIDA, SU TIEMPO, SU OBRA»

*Fecha y lugar:* 24-28 de abril de 1995 en Pozuelo de Alarcón-Madrid (España).

*Organiza:* el Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón.

*Inscripción e información:* Francisco A. González Redondo, Edificio «Pablo Montesinos», Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Juan de Herrera, 4, 28040 Madrid. Teléfono: (91) 394 66 84. Fax: (91) 394 66 72.

### INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Se trata de una nueva revista destinada exclusivamente a la investigación en enseñanza/aprendizaje de la Física, Química y Biología o Ciencias Naturales.

*Frecuencia:* dos números por año.

*Lenguas:* portugués, castellano, inglés.

*Apoyo:* Instituto de Física de la UFRGS.

*Dirección:* Marco Antonio Moreira, Instituto de Física, UFRGS, Caixa Postal 15051, Campus do Vale, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.